

令和3年度  
卒業研究要旨集

高知大学 理工学部 情報科学科

### 自律型ロボットの信号機を考慮した移動計画問題

荻原 浩太

近年、自律型ロボットは様々な場面で活躍の場を広げている。なかでも自律型ロボットの移動計画問題において現実の様々な状況における最適経路を求めることは一つの課題である。本研究では、信号機を考慮した移動計画の研究を行っている。同じロードマップ上で信号機を設置した場合、しない場合において最短経路はどのように変わっていくのかを調べた。また信号機を待つのか回避するのかによって到着時間にどのような影響が出るのかといったような信号機の役割や経路に与える影響を考察した。

### 自律型ロボットの移動計画問題に適した台形分割とロードマップ構成アルゴリズムの研究

三谷 優季

自律型ロボットの移動計画問題においては、自由空間を台形分割してロードマップを作成し、幅優先探索アルゴリズムを用いて移動経路を探索する方法が存在する。その際に問題を簡単化させるためいくつかの仮定を利用するが、本研究ではその内の限界長方形内に存在する  $n$  本の非交差線分の集合  $E$  についての制約条件「異なる端点が同じ垂直線上にあることはない」を必要としないアルゴリズムの開発を行った。

## 超音波スピーカを利用した体積型ディスプレイの研究

— FPGA を用いたスピーカアレイの制御 —

ならびに

— スピーカアレイの大規模化および定在波の解析 —

岩浅 大輝 ・ 和田 晃一

体積型ディスプレイとは、テレビやスマートフォンなど一般的に利用されている平面型のディスプレイと比べ対象を立体的に表示可能なディスプレイ装置である。本研究では超音波の定在波を利用して粒子を浮遊かつ移動させている状態に可視光を照射することで表示対象を立体的に描画する装置の開発を目的とした。スピーカアレイを個別に制御する制御回路の設計製作を行い、複数台の FPGA を連携動作させる通信方式の検討を行った。また各スピーカが発生する音場を解析し、粒子を浮揚かつ移動させるために必要な音波の位相設定について検討した。

## 3次元点群モデルを利用したレジストレーション手法の検討

山下 遥也

画像認識技術は防犯カメラや車の自動運転などの様々な用途で活用されている。また近年では2次元画像に加え奥行きのある3次元画像も撮影可能なカメラやスマートフォンが普及してきた。

奥行きのある3次元画像データは3次元座標を持つ点の集合(点群)として取得されることが多い。点群データを活用するには、従来の2次元画像に対するデータ処理とは異なる解析手法が求められる。本研究では、仮想的な3Dポリゴンモデルを複数の点群モデルに変換し、点群データの認識に必要な位置合わせ処理(レジストレーション)についての検討を行った。

## 3Dモデルで表現した仮想風景から手描き風画像を生成するアルゴリズムの研究

茂古沼 賢太郎

3Dモデルを利用した映像製作は映画や動画配信サイトなどで盛んに行われている。映像を構成する要素(風景や人物等)を3Dモデルに置き換えかつクオリティを確保しつつ、アニメーション作品に於いては従来の手描き作画と併用されることも多い。しかし、手描き風画像とは異なり3Dモデルから得られた画像は写実的な印象が強い傾向があるため、両者を合成した画像は鑑賞者に違和感を与えてしまう課題があると考えられる。本研究では3Dモデルから写実的でない手描き風な印象を与える画像を生成するアルゴリズムの検討を行うことで課題の解消を目指した。

## プレゼンテーション・リハーサルにおけるオーサリング作業支援のための 音声認識入力を活用した口頭説明のテキスト化

河野 竜也

我々の研究室では、プレゼンテーション・リハーサル支援環境の構築に取り組んでいる。本支援環境では、プレゼンテーション過程において口頭説明を視覚的に提示するため、タイピング入力による原稿の作成が行われている。よって、口頭説明を入力する作業負荷に加え、書き言葉を用いた原稿の作成による発表の質的低下と、口頭説明と原稿の差分によるレビュー負荷の問題がある。本研究では、本環境に対して開発した音声認識入力による口頭説明のテキスト化の有効性について検討した。

## 研究授業レビュー支援システムにおける議論フェーズモデルの検討

BARRIGA SWAYNE NAOTO FERNANDO

高知県の中山間地域では研究授業の形骸化など、教師教育の質的低下が問題となっている。本問題は、研究授業が他の授業や校務と並行して行われることや、他校との距離的な問題などによる参観者数の減少が起因している。そこで、我々は遠隔非同期による研究授業レビューのため授業風景や指導案、指摘を電子化し利用する研究授業レビュー支援システムの構築に取り組んでいる。本システムでは、授業後の検討会や振り返り作業でも電子化されたリソースを提示する。本研究では、本システムにおける検討会の協議進行方法について検討した。

## 研究授業レビュー支援システムにおけるバックレビューのためのアノテーション活用方法の検討

木村 謙斗

過疎地域では参加困難な参観者が多いことに起因し研究授業が形骸化している。そこで、我々は参観者に対し授業を複数のカメラで収録・提示することでオンライン上で研究授業を再現し、アノテーション作成機能を備えることで遠隔非同期的に参観者を確保する研究授業レビュー支援システムの構築を目指している。しかし、参観者は動画により多くの事象を確認できるため、従来と比べアノテーション数の増加し、授業者の振り返り作業が高負荷になることが予想される。本研究では振り返り作業の負荷軽減のためのアノテーション活用方法を検討した。

( 次項へ継続 )

## 研究授業レビュー支援システムにおける電子化学習指導案の作成・表示ツールの開発

川人 俊介

本研究では、過疎地域における参観者の確保が困難なことによる研究授業の形骸化に対し、オンラインによる研究授業の再現とそれに対する指摘作成機能を用いた研究授業レビュー支援システムの構築に取り組んでいる。一般に研究授業では学習指導案に沿って授業が進行され、参観者は指導案に対して指摘を作成する。よって、本システムで研究授業をレビューするには指導案の電子化が必要である。本稿では、従来の指導案作成における問題点を考慮した電子化指導案の作成・表示機能とそれに対するアノテーション機能を用いたツールを開発した。

### 開平法を利用したフェルマ法の高速化の研究

堀田 凜

現在主流の暗号である RSA 暗号は素因数分解の困難性に基づいており, その安全性を確かめるためには素因数分解法について研究する必要がある. 当研究室では平成 28 年度田中, 平成 29 年度池内, 令和元年度豊田の卒業研究において, 素因数分解法の一つであるフェルマ法を扱ってきた. 本研究では, 平方剰余を用いて検索対象を減らす豊田の手法に加え, 開平法を用いて平方根計算の計算量を減らすことにより, 更なる高速化を実現した.

### 連分数法及び Shanks の Square Form Factorization を用いた素因数分解実験

越智 弘之 ・ 高田 一輝

現在主流の暗号である RSA 暗号は素因数分解の困難性に基づいており, その安全性を確認するためには素因数分解法について研究する必要がある. 本研究では, 連分数を利用した素因数分解法である連分数法と, 連分数法を更に改良した Shanks の Square Form Factorization を実装し, 平方剰余や開平法を用いてその効率化を図った. そして, これらの方法がどの程度のサイズの合成数に対して有効なのか比較実験を行った. その実験結果について報告する.

## 多色点集合上の無交差彩色的 3-tree

### — 次数が 3 の頂点数を減らす方法 —

福井 智也

$r$  色で着色された  $n$  個の点が平面上にどの 3 点も一直線上に並ばないように配置されているとき, その  $n$  点の集合を頂点集合とする木で, 最大次数が 3 であり, どの辺も色が異なる 2 点を直線分で交差無くつないでいるものを無交差彩色的 3-tree と呼ぶ. 無交差彩色的 3-tree を描くことができる条件や描画アルゴリズムの研究がこれまでに成されてきた. 本研究では, 一度描画された無交差彩色的 3-tree の辺をつなぎ換えることによって, 次数が 3 の頂点数を減らし, 無交差彩色的な道に近づく方法を提案する. また, プログラムを実装し, 次数が 3 の頂点数が減ることを確認した.

## 辺彩色完全グラフの辺素な二つの虹色全域木

### — 発見アルゴリズムの設計と実装 —

市川 龍馬

辺着色グラフの虹色全域木とは, すべての辺の色が異なる全域木のことである. 加納, 金子, 鈴木は, 頂点数が 5 以上の辺彩色完全グラフには辺素な二つの虹色全域木が存在することを証明した. 本研究では, 加納らの証明に基づいて, 頂点数が 5 以上の辺彩色完全グラフの辺素な二つの虹色全域木を発見するアルゴリズムを設計した. また, 提案アルゴリズムによって辺素な二つの虹色全域木を発見し描画するプログラムを実装した.

## ホログラフィックプロジェクトを用いたリアルタイム空中描画システムの開発

内田 十内

恐れ入りますが非公開にいたします。

## 再計算せずにユーザ操作で再生像の明るさを調整可能な ポータブルホログラフィックプロジェクトの開発

成島 佑華

近年、車載用ヘッドアップディスプレイ ( HUD ) が増えている。これにより、フロントガラスの先に車速や道順等が表示される。視線移動を少なくし、安全に情報を取得できる。しかし、再生像は三次元像ではないため、景色と重ねることができず、再生像に意識がいくと周りがぼやけてしまう。また、車載用 HUD は設置場所が限られ、表示する情報は決まったものが多いという特徴がある。本研究では、ホログラフィックプロジェクトを小型化し、省スペースかつ再計算せず、キーボードによって三次元像の明るさを調整できるシステムを開発した。

## 計算機合成ホログラムの計算方法による再生像の検討

### — 点光源計算とフレネル回折計算の比較 —

山西 潤

脇見運転を防止するため、運転手の視線の先に走行速度や経路案内情報を表示させる車載用ヘッドアップディスプレイ ( HUD ) が開発されている。現在実用化されている車載用 HUD は二次元映像によるものであり、三次元映像の表示が望まれている。本研究では、ホログラフィックプロジェクトを用いた車載用 HUD の要素技術の確立を目的とする。フレネル回折計算と点光源計算によって作成された計算機合成ホログラム ( CGH ) による再生像をシミュレーションと実験によって検証した。最終的に、車載用 HUD に適した CGH を明らかにした。

( 次項へ継続 )



## Ampere アーキテクチャ GPU による時空間分割多重方式電子ホログラフィ

和田 翔夢

計算機合成ホログラム ( CGH ) による電子ホログラフィは、究極の 3D テレビになると考えられている。しかし、CGH の計算量は膨大であり、未だ実用化には至らない。本研究では、当研究室で考案した Ampere アーキテクチャに適した高速 CGH 計算アルゴリズムを、13 枚の GPU ( NVIDIA RTX 3080 ) を搭載したマルチ GPU クラスタシステムに実装した。約 55 万点からなる三次元物体のリアルタイム再生が可能であることがわかった。最終的に、CGH 計算高速化を目的とした時空間分割多重法を併用し、約 100 万点からなる三次元物体を高精細かつ 60fps の速度でリアルタイム動画再生することに成功した。

## SOM による中期株価遷移相関による取引タイミング推定法

大木 健瑠

株価は経済の動向を示す社会の大きな関心事項である。そこで、従来様々な株価推定方法が提案されている。しかし、株価の動向は、非線形力学系（複雑系）であり、正確な推定が難しい。そこで本研究で、企業の株価が中期的に連動すると仮定して、特に異なる時系列で高い相関をもつ企業を自己組織化マップ（SOM）で特定、その時系列のずれを利用して株価を推定する方法を提案する。東証一部上場の全企業において、2021年の1-3月、4-6月、10-12月で利益を調べたところ、2勝2敗となり、さらなる工夫が必要である。

## SOM による短期相関を用いた株価推定法

松田 廉

株価は経済の動向を示す社会の大きな関心事項である。そこで時系列データ間の類似度を測る手法など提案されている。本研究は短期的に企業の株価が他企業と連動することを仮定して、自己組織化マップ（SOM）を利用した株価推定法を検討する。実験によれば、自動車産業の企業の（1月、4月、10月）を5日ごとに区切って最安値で購入して最高値で売却したところ、利益が得られることがわかった。

## SOM による研修者の達成度評価方法

渡部 修斗

手仕事を要する分野で初心者を熟練者まで育成するには、実習教育が不可欠である。そこでは、研修者がより熟練者に近い手仕事ができているかどうかを評価する必要がある。しかし、手仕事そのものの定量化が難しく、基準も不明確である。そこで、本研究は、研修者と熟練者について定量的な時系列動作データから、自己組織化マップ（SOM）を用いて、両者の近接度で評価する新手法を検討する。医学部で収集した助産シミュレータにおける会陰保護に関する熟練者と研修者の手仕事で評価したところ、研修者8データで熟練者との近接程度を定量的に評価ができることが分かった。

（次項へ継続）

## 二分割ニューラルネットワークによる画像分類の高速学習法

岸野 真守

Society 5.0 と呼ばれる高度情報化社会では、あらゆるところに画像や気温などのセンサを設置される。しかし、膨大な数のセンサの設置には、センサ機器の低価格化と高度処理化が必須となる。そこで本研究は、通信とサーバ処理の負担軽減を目指した画像認識可能なニューラルネットワークの提案を行う。同モデルは、小規模で学習時間が短い低コストを目指している。MNIST による実験では、提案手法が単層パーセプトロンに対して学習回数削減が確認できた。なお、正答率がやや低下しており改善する余地がある。

## PSPNet を用いた小惑星画像のセグメンテーション

國澤 悠平

小天体の探査においては着陸などの障害になりうる岩塊（ボルダー）を画像から捉えることが重要になる。また、はやぶさ2による小惑星リュウグウの探査では、表面上には、テクスチャや明るさ、色の異なる様々な岩が存在することが報告されている。本研究では、このような小天体画像から岩塊を自動的に抽出し、着陸探査などに役立つ手法として、深層学習の1種である PSPNet によるセグメンテーション（区画分け）を検討し、その性能を確認した。その結果、この手法では小さい特徴がとらえにくいものの、岩塊の形状が正確に抽出されることがメリットであることを確認した。

## SSD による気象監視カメラ画像からの漏斗雲抽出

久保 智哉

物体抽出と認識を同時に実施することができる手法として深層学習の1種の YOLO がよく知られている。藤井 (2020) は土佐湾沿岸に配置された気象監視カメラ画像からの様々なサイズの漏斗雲を抽出・追跡する問題に対して、YOLO(V1) を用いて、入力画像そのものを冗長化することで性能を改善する手法を提案した。一方、同様の手法としては SSD もよく知られる。SSD はネットワーク構造自体に階層化を含むことから多様なサイズのオブジェクトの抽出が自然に達成できる可能性がある。本研究では最新バージョン YOLOV5 と本研究で自ら実装した SSD と先行研究の結果を比較した。その結果 SSD ではアノテーション手法に改善を行うことで同等の性能を達成できることを確認した。

## 時間的变化を考慮した気象衛星画像のキャプション付け

中村 丈太郎

気象衛星画像にキャプション付けをする手法として、有岡 (2020) は、深層学習の1種である Show and Tell によって画像と説明文の対応関係の学習を行う手法と YOLO によるオブジェクト抽出、認識結果を使用する手法を提案した。ただし、これらの手法はいずれも時間変化の特徴についての記載が難しかった。本研究では YOLO によるオブジェクトの認識結果に対して、藤井 (2020) の手法を用いて時間をまたいだ同一性判定を行い、その結果に基づいて、成長、縮退などの時間変化も含んだキャプション付けを行う手法を開発して実際のひまわり 8 号の画像に適用した。その結果、台風や季節の特徴的な雲の移動の様子を表す文章生成が実現できたことを確認した。

( 次項へ継続 )

## 時間変化する点群オブジェクトの混合分布モデルによる追跡

辻本 将之

社会・科学データには、時間的に変動する点群オブジェクトがよく出現する。この点群オブジェクトのクラスタリングとその変遷過程の要約手法として、林 (2019) は多変量正規分布によるモデリングと Greedy EM アルゴリズムと事後の同一性判定に基づく記載手法を検討した。林 (2019) はグリッド上のスカラー値で密集度を表したデータを前提とした手法を検討したが、人工データを用いた実験の結果、この手法では異常な分裂を引き起こしてしまうことがわかった。本研究では、点群データそのものに立ち戻り、また様々な人工データを用いた実験から、林 (2019) の手法の改善案を検討した。また初期値推定に時間的予測を取り入れることによる解の改善手法も検討した。

### 競技向けゲーム練習支援のためのプレイ分析ツールの開発

門脇 治希

近年, esports をプレイ・観戦する文化が広がり始めている。プロゲーマーという職業が注目され, ゲームを上達したいというニーズが高まってきた。しかし, ゲームの上達を支援するにあたり, 指導者が不足していることや, 指導方法が確立されていないことが課題となる。そこで本研究室では, プレイヤや指導者に対するゲーム練習支援システムの開発を行っている。本研究では, 練習対象となるゲームを「ぷよぷよ」とし, システムを構成する主要モジュールとなるプレイ分析ツールの設計・開発を行った。

### 手指フォーム判定機能を有するタイピング学習支援システムの開発

前田 遼

テレワークの普及等によりキーボードを用いた文字入力のスキルは重要性を増している。効率的な文字入力が可能なタッチタイピングを習得するための支援システムが求められ, 多くの先行研究が行われてきたが, 既存の支援システムでは手指フォームの正誤判定(ホームポジションに手が置けているか)を行うことができない。そこで本研究では, 機械学習を用いて手指フォーム判定を行い学習者に提示するタイピング学習支援システムを開発した。これにより, 学習者は正しいフォームを意識してタッチタイピングを習得する練習に取り組むことができる。

### 遠隔合同授業のためのインタラクション支援ツールの開発

吉澤 和寿保

小規模の学校は, 教員数が少ないため開設できる授業が限られている。小規模校においても生徒の教育機会を確保するため, 遠隔合同授業等の導入が全国各地で進められている。高知県の遠隔合同授業では, 遠隔会議システムを用いて配信校と受信校を接続しているが, 配信校の教員が受信校の生徒の見取りを行うことが困難な点等, いくつかの問題点が指摘されている。本研究では, 遠隔合同授業が対面授業よりも対話的な授業を行いにくいことに着目し, クイズ番組を模した対話しやすい環境を提供するインタラクション支援ツールを設計・開発した。

(次項へ継続)

## 反復練習動画共有システムのアドバイス入力インターフェースの設計

芳之内 啓

スポーツにおける小規模なチームでは、プレイヤー間の教え合いが口頭で行われることが多いため、指導に関する知見が蓄積されにくい。そこで本研究室では、チーム内で反復練習動画とコメントを共有するシステムの開発を行っている。評価実験により、文字のみのコメントではアドバイスが伝わりにくいという問題点を確認されたため、先行研究ではアドバイス入力時に指摘箇所の明示化や参考動画の紹介を容易に行える機能を提案した。本研究ではその提案機能を開発中のシステムに実装するため、アドバイス入力に関わる画面の詳細設計を行った。

## キー入力リズムによる個人認証について

### — 新たな認証手法の検討 —

今井 聡

本研究では、先行研究で使用されてきた従来の「キー入力リズム」よりさらにキーボードでのタイピング時の癖を抽出するために、キーの押し離しのタイミングを含んだ新たな「キー入力リズム」を提案する。先行研究の手法も参考に、新たな「キー入力リズム」から得られる先行研究にはなかったキー押下時間、キーロールオーバーポイント（KRP）を用いた新たな認証手法の提案と実験を行った。その結果、新たに定義した「キー入力リズム」は、十分に個人の特徴を抽出することができる有用性があるデータ形式であることを確認した。

## 視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発

### — 機械学習を用いた検知機能の補強 —

今上 裕太

本研究室では、視覚障害者の安全な外出を支援することを目的として「白杖型歩行支援デバイス」の研究開発を行っている。現在の白杖型歩行支援デバイスには、障害物の種類を区別することが出来ないことや、小さな段差の検知が不安定であることなど、解決すべき問題がいくつか存在する。これらの問題の解決と白杖型歩行支援デバイスのさらなる機能向上を図るため、物体検知手法の1つであるYOLOv3に注目した。YOLOv3を導入することにより、どのような効果が期待できるのを検証し、YOLOv3の利用方針についてまとめた。

## 視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発

### — ジャイロ効果を利用した通知デバイスの提案 —

橋本 隆弘

本研究室では、視覚障害者の外出を支援する「白杖型歩行支援デバイス」の研究・開発を行っている。本デバイスは利用者に情報を通知する際、音を利用している。しかし、音のみの通知は直感的ではなく、また周囲の環境によって有効的でない場合がある。そこで本研究では、ジャイロ効果を利用した新たな通知デバイスの提案と検討を行った。ジャイロ効果の有効性や発生したモーメントを知覚できる条件などを実験により検証した。その結果、課題はあるがジャイロ効果を通知に利用することは有効であるという結果が得られた。

( 次項へ継続 )



**視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発****— 風圧による情報伝達の検討 —**

堀 直樹

本研究では、現行の白杖型歩行支援デバイスの情報提示が音のみに依存している点を問題視し、別の媒体での情報提示を行うため風圧を用いた情報提示を提案する。風圧で情報提示は可能なのか、どのような種類の情報提示に適しているのかについての検証実験を行った。結果、風圧での情報提示は複数の選択肢があるものや尺度が細かいものに関しては判断が難しく音声での提示に劣るものの、直感的な判断ができる種類の提示は十分に有用性があることが確認できた。

**視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発****— ストレスフリーな通知方法を目指して —**

小田 直充

当研究室では、安全な歩行支援を実現することを目的に「白杖型歩行支援デバイス」の研究・開発を行っている。現行の白杖型歩行支援デバイスは、障害物の通知をした後に利用者がその障害物の存在を認識しているにも関わらず、障害物が存在する限り同じ通知を繰り返す仕組みであり、利用者にはストレスの要因となっていた。このような問題を踏まえ、現行システムについてシステムから受けるストレスの主観的な評価を行った。これらをもとにストレスフリーな通知環境について考察した。